

EL SONIDO EN TEXTOS DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA

Jesús Pérez Ceballos
Angelo Galotti
Corina Varela Calvo
José Antonio Talavera Sosa
Universidad de La Laguna

RESUMEN

Se presentan algunos resultados obtenidos en el desarrollo de una nueva metodología de investigación, con la que se obtienen vocabularios específicos, listados de frecuencias, interrelaciones cuantificadas entre vocablos, etc., a fin de obtener, entre otras cuestiones, criterios útiles para el diseño de contenidos curriculares. Se ha examinado el tema del Sonido en textos escolares españoles de la ESO, desde el enfoque del Lenguaje en las Ciencias. Se muestran los principales conceptos que aparecen en el tema y sus interrelaciones.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo cubre un doble objetivo; por una parte, contribuye a ejemplificar y poner a punto una técnica para el análisis del lenguaje en textos, que está siendo elaborada por el Grupo de Investigación sobre "Los conceptos en la enseñanza de las ciencias" –GICEC- de la Universidad de La Laguna; por otra, se aportan unos primeros datos sobre la importancia y estructuración de los conceptos y procesos de ciencias correspondientes al tema del "Sonido" que aparece en textos de Educación Secundaria Obligatoria.

Revisando la bibliografía se observa que el interés por el lenguaje en las Ciencias en la comunidad científica ha sido constante, aunque escaso y con diversos enfoques, como puede comprobarse en los trabajos de Garden (1972), García Hoz (1976), Stuart (1982), Tarone y otros (1998).

Desde el enfoque del lenguaje y con referencia a los conceptos en la enseñanza de las Ciencias, y utilizando una metodología de investigación que aún estamos desarrollando, según puede constatarse en las comunicaciones de Ceballos y otros (1998 a, b), presentamos los resultados del estudio del Sonido en dos textos escolares de Educación Secundaria (ESO) -de Antón y otros (1996), y de España Talón y otros (1995)- mostrando los principales conceptos y procesos involucrados.

Este tipo de análisis puede contribuir a facilitar la elección de criterios de selección y secuenciación de contenidos curriculares, a aportar datos sobre la elaboración de conceptos científicos y dificultades de aprendizaje, y a concretar el diseño, producción y evaluación de recursos que mejoren los correspondientes sistemas de enseñanza-aprendizaje. Así mismo, trata de estudiar las peculiaridades del lenguaje utilizado en los textos de Ciencias y de aportar datos acerca de su estructuración.

Pese a la brevedad de su tratamiento, el Sonido es un tema clásico en la docencia y mantiene vivo el interés en la investigación didáctica, como puede observarse en la aportación de Perales (1997). Su elección nos ha permitido utilizar el tema del Sonido para ensayar nuestra propuesta metodológica, obtener informaciones útiles para la consecución de nuestros objetivos y estudiar las posibilidades de esta metodología para la investigación en otras Áreas de Conocimiento.

Nuestra metodología de investigación puede considerarse innovadora en cuanto que actualmente no existen grupos de investigación en el campo de la Didáctica con análogo enfoque. Además es sencilla, no precisa de elevado coste en instrumentación y es fácil de trabajar una vez que queden bien determinadas las técnicas de investigación a aplicar.

Utilizando técnicas de Estadística Textual se obtienen diversos datos de léxicos específicos temáticos y valores de sus interrelaciones. Tras quedar definidos y cuantificados tanto los elementos como sus interacciones, se hace posible su representación sistémica así como su modelización matemática, cuestiones que ya han sido tratadas por Ceballos y otros (1998 c).

METODOLOGÍA

El análisis de textos, basado en el enfoque lexicométrico y apoyado en las técnicas estadísticas, utiliza procedimientos que implican contar las ocurrencias de las unidades verbales básicas (generalmente palabras) y aplicar algún tipo de análisis estadístico a partir de los resultados de tales recuentos.

La idea de utilizar las frecuencias con que aparecen unidades discretas (palabras o secuencias de palabras) dentro de un texto, para inferir a partir de su análisis determinadas características formales o de contenido, ha sido explotada desde antiguo por personas preocupadas de algún modo por el lenguaje.

El desarrollo que durante las últimas décadas han experimentado las técnicas de la Estadística Textual, de la que son buena muestra los libros de Lebart y Salem (1994), Miles y Huberman (1994), y Lana (1994), ha hecho que el análisis estadístico de textos se haya constituido en una herramienta interdisciplinar, cada vez más utilizada en ámbitos muy diversos del conocimiento, tales como la lingüística, política, economía, sociología, psicología, ciencias de la educación,....

Con estas premisas, y utilizando técnicas inicialmente manuales para determinar los pasos fundamentales a seguir, hemos desarrollado nuestra metodología, que en líneas generales pasamos a resumir.

Después de haber elegido el tema a estudiar se procede a seleccionar los documentos escritos; éstos se someten a evaluación, sea para estimar el carácter de experto del autor, sea como criterio de homogeneidad y coherencia para asegurar la calidad de la muestra; para ello se utiliza un cuestionario que califica los contenidos y su estructuración.

Luego se pasa a la preparación del texto, sea como archivo a tratar estadísticamente, sea para limpiarlo de las partes semánticamente no relevantes (suprimir conjunciones, artículos, preposiciones, ...). Además, se realiza una lematización del texto (se pasan los verbos al infinitivo, nombres y adjetivos al singular, etc.) para reducir y compactar las formas que llevan las informaciones necesarias y suficientes. Una vez depurado el texto se somete a tratamiento estadístico.

Se ha utilizado como magnitud estadística inicial la frecuencia absoluta de cada palabra presente en el texto depurado. Utilizarla como estadístico inicial se justifica por el hecho de ser un parámetro simple. Además, desde un punto de vista teórico se fundamenta en los trabajos desarrollados por la escuela francesa que han considerado la frecuencia como característica de las palabras: "la frecuencia es un atributo de la palabra y forma parte de su definición", en palabras de Guiraud (1960).

Como primeros resultados se dan las frecuencias absolutas de algunas categorías lingüísticas (palabras totales, nombres, verbos, palabras diferentes, que se repiten, palabras que aparecen una vez, etc.) que pueden dar informaciones sobre el tipo de lenguaje utilizado.

A continuación se calcula la frecuencia absoluta y relativa de cada palabra, lo que nos proporciona una medida de su importancia de uso.

Posteriormente se seleccionan las palabras sobre las cuales interesa hacer el estudio de correlaciones. Como criterio de selección se ha adoptado el de estimar las palabras con valor de frecuencia superior al 1%.

Para determinar y medir las relaciones de cada palabra seleccionada se ha considerado su entorno; éste está integrado por “n” palabras a cada lado de ella. Después de hacer varias pruebas con valores de n de 1, 2 y 3 se ha elegido n=3 como condición más significativa.

En el estudio de entornos se calcula la frecuencia de aparición de cada palabra multiplicándola por un factor de 3, 2 o 1 según su mayor o menor proximidad a la palabra que define el entorno; así obtenemos los valores de las relaciones de cada palabra con todas las que aparecen en su entorno. Finalizado el proceso con las palabras seleccionadas, para cuantificar la relación entre dos palabras se suman los dos valores obtenidos entre ellas. A su vez sumando los valores así obtenidos, relativos a cada palabra, se llega a definir el factor r de capacidad de relación. Todos estos parámetros dan lugar a una tabla rica de información.

La representación gráfica de los resultados obtenidos proporciona una red. Los valores de importancia de uso y capacidad de relación nos proporcionan una medida de la importancia de cada palabra en la red. Tanto el análisis de ésta como la comparación de redes nos permite deducir consecuencias didácticas muy diversas.

RESULTADOS

En la valoración de los textos, utilizando la propuesta de Rodríguez Diéguez (1995), no se presentan diferencias significativas entre ellos, alcanzando un promedio del 77 % de la puntuación máxima.

Las frecuencias absolutas de las palabras en los textos depurados se muestran en la Tabla I. Estos datos proporcionan una abundante información de tipo lingüístico.

CURSO-PALABRAS	NÚMERO PALABRAS	REPITEN	NO-REPITEN	PALABRAS DIFERENTES	REPITEN	NO-REPITEN
3º-nombres	393	254	139	210	71	139
3º-verbos	138	94	44	74	30	44
3º-totales	531	348	183	284	101	183

CURSO-PALABRAS	NÚMERO PALABRAS	REPITEN	NO-REPITEN	PALABRAS DIFERENTES	REPITEN	NO-REPITEN
4º-nombres	470	353	117	199	82	117
4º-verbos	155	93	62	87	25	62
4º-totales	625	446	179	286	107	179
t-nombres	863	695	168	313	145	168
t-verbos	293	213	80	130	50	80
t-totales	1156	908	248	443	195	248

Tabla I. Frecuencias absolutas

Los datos que aparecen en esta tabla muestran que, tanto en 3º como en 4º curso, la relación entre nombres (75 %) y verbos (25%) es análoga a la que se puede encontrar en textos de lenguaje común.

En proporción al número de palabras totales hay más palabras diferentes en 3º (55%) que en 4º curso (45%), y en especial en los nombres; el número de palabras que aparecen una sola vez es mayor en 3º (76%) que en 4º (65%). Esto sugiere que se puede presentar una mayor dificultad en 3º para la comprensión del tema.

A continuación se tabulan algunos resultados del análisis de frecuencias y de entornos, siendo F la frecuencia absoluta, f(%) la frecuencia relativa y r el factor de capacidad de relación (Tabla II).

3ºESO	F	F (%)	R	4ºESO	F	F (%)	R	TOTAL	F	F (%)	R
Sonido	38	7.2	93	Sonido	68	10.9	161	Sonido	106	9.2	153
Onda	14	2.6	36	Onda	20	3.2	46	Onda	34	2.9	26
Frecuencia	8	1.5	26	Oído	13	2.1	44	Oído	21	1.8	36
Oído	8	1.5	64	Velocidad	11	1.8	29	Frecuencia	18	1.6	15
Intensidad	7	1.3	10	Frecuencia	10	1.6	14	Intensidad	15	1.3	20
Vibración	7	1.3	35	Medio	9	1.4	61	Velocidad	14	1.2	32
				Intensidad	8	1.3	15	Medio	13	1.1	44
				Música	8	1.3	13	Música	12	1.0	12
								Vibración	12	1.0	28
								Ruido	10	0.9	12
Oír	10	1.9	36	Oír	12	1.9	57	Oír	22	1.9	38
Vibrar	8	1.5	24	Propagar	9	1.4	69	Vibrar	14	1.2	15
Emitir	6	1.1	16	Producir	7	1.1	36	Propagar	12	1.0	21
Transmitir	6	1.1	38	Transmitir	6	1.0	70	Transmitir	12	1.0	28
				Vibrar	6	1.0	22				

Tabla II - Palabras más frecuentes

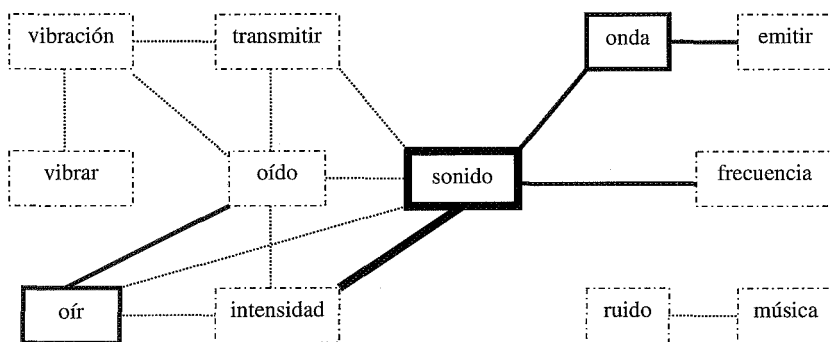
Las palabras de mayor frecuencia en los dos textos son aproximadamente las mismas, con pequeñas diferencias en el número, tipo y orden. Se observa un

mayor valor en los parámetros correspondientes a cada palabra en el 4º curso. Los valores de f y r nos dan idea del poder de estructuración, destacando “sonido” en ambos cursos. En 4º los valores de r evidencian una mayor fuerza de estructuración verbal (acciones), aunque sus frecuencias sean bajas.

Esta tabla evidencia que todas las palabras están relacionadas al fenómeno del sonido y pertenecen al lenguaje científico. El hecho de que “onda” tenga una frecuencia elevada, que destaca significativamente de las demás, nos sugiere que el fenómeno sonoro está siendo explicado por medio del fenómeno ondulatorio. Sin embargo, el bajo valor de su factor de capacidad r nos dice que se está desarrollando poco y de manera aislada. La presencia en 4º curso de “medio” y “música” indica que se está tratando de problemas conectados con el medioambiente.

El análisis de frecuencias ha permitido seleccionar las palabras más frecuentes para centrar en ellas el estudio de interrelaciones. Para esto se considera el entorno formado por tres palabras a cada lado de la seleccionada, atribuyéndoles diferente importancia de acuerdo a su proximidad.

El análisis de entornos proporciona redes de palabras, como las mostradas en las gráficas siguientes, indicativa del desarrollo del tema en los textos.



Representación gráfica 3º ESO

Las redes de palabras obtenidas conforman polígonos. Estos nos indican la manera en que las palabras están relacionadas y estructuradas entre sí. Por ejemplo, en las tres gráficas la combinación “sonido-oído-oír” está expresando en esencia el fenómeno perceptivo asociado al sonido, mientras que cuando las líneas no llegan a cerrarse puede representar una conexión más o menos fuerte (según el tipo de línea) indicativa de una relación simple entre palabras.

En 3º de la ESO tenemos una gráfica más simple, con polígonos conexos entre sí débilmente, que forman un núcleo articulado donde el centro parece ser “oído”, si bien éste tiene un factor de relación r menor que “sonido”. La presencia del núcleo simple y aislado “ruido-música” parece expresar la relación del sonido con el ambiente.

La gráfica de 4º de la ESO es mucho más articulada y rica en información. De un lado tenemos un polígono cerrado simple “sonido-oído-oír”, que como se ha dicho está asociado al fenómeno perceptivo. De otro, tenemos un núcleo bastante estructurado que se articula alrededor de “sonido” y, en menor medida, de “transmitir”, “propagar”, “medio” y “onda”. En este núcleo parece que se desarrollen algunos aspectos del fenómeno físico del sonido.

Otro polígono interesante es el de “sonido-frecuencia-intensidad” que se relaciona con las cualidades del sonido.

Por último, es interesante notar que aumentando el tamaño de la muestra, es decir, pasando de la gráfica de cada curso a la gráfica total, se observa una simplificación. La gráfica total presenta claramente dos núcleos fuertes: el relativo al fenómeno perceptivo “sonido-oír-oído” y el relativo al fenómeno físico del sonido “sonido-propagar-medio-velocidad”. También está presente el débil y aislado núcleo “ruido-música” y aparece una estructura no cerrada “sonido-transmitir-vibración-vibrar”. Además, se notan relaciones directas del sonido con onda, frecuencia e intensidad.

CONCLUSIONES

Obtener conclusiones en esta fase del desarrollo de la metodología es bastante difícil. Sin embargo, este trabajo fundamentalmente manual, ha permitido acumular suficientes datos para poder contrastar la bondad de la técnica informatizada que vamos a utilizar próximamente, y el tipo de resultados obtenidos ha permitido mejorar su diseño.

Además, hemos determinado parámetros para la medida de interrelaciones y estructuraciones de palabras.

Dado el pequeño tamaño de la muestra no podemos avanzar conclusiones definitivas sobre el tema del Sonido. A modo de sugerencia se puede decir que el aprendizaje del tema podría encontrar dificultades ya que, en su desarrollo escrito, se utiliza una cantidad elevada de palabras que aparecen una sola vez, perteneciendo la mayoría a un lenguaje demasiado especializado.

Otra posible observación que se puede hacer es que el tratamiento del Sonido como fenómeno físico se desarrolla escasamente.

Las gráficas muestran redes de palabras conformando polígonos. En 3º de la ESO el fenómeno perceptivo (sonido-oído-oír) presenta una mayor estructuración y el fenómeno físico está muy poco desarrollado; además, se observa una débil estructura en relación con el medioambiente. En 4º de la ESO aparece una estructuración más rica y con mayor contenido de Física, y se diferencia más el fenómeno físico del perceptivo; así mismo empieza a destacarse la propagación del sonido (onda sonora) en el medio.

AGRADECIMIENTOS

Dedicamos este trabajo a la memoria del insigne Profesor Víctor García Hoz, recientemente fallecido, pionero en España de los estudios cuantitativos sobre vocabulario con orientación didáctica. Sus importantes publicaciones y trato personal han ejercido una decisiva influencia en el diseño de la línea de investigación que estamos desarrollando.

El presente trabajo forma parte del proyecto de investigación "Los conceptos en la enseñanza de las Ciencias para la Educación Secundaria" financiado por la Universidad de La Laguna con el nº 212-80/97.

REFERENCIAS

- ANTÓN, J.L. y otros. (1996). *Ciencias de la Naturaleza. 3º ESO*. Editex. Madrid.
- CEBALLOS, J.P., GALOTTI, A. y VARELA, C. (1998 a). El análisis de textos y los contenidos en Ciencias. *Livro de Resumos do 8º Encontro Ibérico para o Ensino da Física*. Sociedade Portuguesa de Física-Universidade do Porto, Portugal. pp 176-177.
- CEBALLOS, J.P., GALOTTI, A., VARELA, C. y LEAL, P. (1998 b). Análisis de textos de enseñanza secundaria italianos y españoles: el Sonido. *Livro de Resumos do 8º Encontro Ibérico para o Ensino da Física*. Sociedade Portuguesa de Física-Universidade do Porto, Portugal. pp 174-175.

- CEBALLOS, J.P., VARELA, C. y GALOTTI, A. (1998 c). Diseño de una línea de investigación en Didáctica de las Ciencias. *XVIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Facultade de Ciencias da Educación-Universidade da Coruña. pp 79-81.
- ESPAÑA TALÓN, J.A. y otros. (1995). *Física y Química. 4º ESO*. Luis Vives. Madrid.
- GARCÍA HOZ, V. (1976). *El vocabulario general de orientación científica y sus estratos. (Bases para una enseñanza vertebrada)*. Instituto S. José de Calasanz (C.S.I.C.). Madrid.
- GARDEN, P.L. (1972). *Words in science*. The Australian Science Education Project. Melbourne.
- GUIRAUD, P. (1960). *Problèmes et méthodes de la statistique en lexicométrie*. Dunod. Paris.
- LANA, M. (1994). *L'uso del Computer nell'analisi dei testi*. F. Angeli. Milano.
- LEBART, L. y SALEM, A. (1994). *Statistique Textuelle*. Dunod. Paris.
- MILES, M.B. y HUBERMAN, A.M. (1994). *Qualitative Data Analysis. A new Sourcebook of Methods*. CA: Sage Publications. Beverly Hills.
- PERALES, F.J. (1997). Escuchando el sonido: concepciones sobre acústica en alumnos de distintos niveles educativos. *Enseñanza de las Ciencias* 15 (2): 233-247.
- RODRÍGUEZ DIÉGUEZ, J.L. y SÁENZ BARRIO, O. (1995). *Tecnología Educativa. Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*. Marfil. Alcoy. pp 472-473.
- STUART, J. (1982). An identification of life science concepts in selected Secondary School Science textbooks. *School Science and Mathematics*, 82: 189-200.
- TARONE, E., DWYER, S., GILLETTE, S. y ICKE, V. (1998). On the Use of the Passive and Active Voice in Astrophysics Journal Papers: With Extension to other Languages and other Fields. *English for Specific Purposes* 17 (1): 113-132.